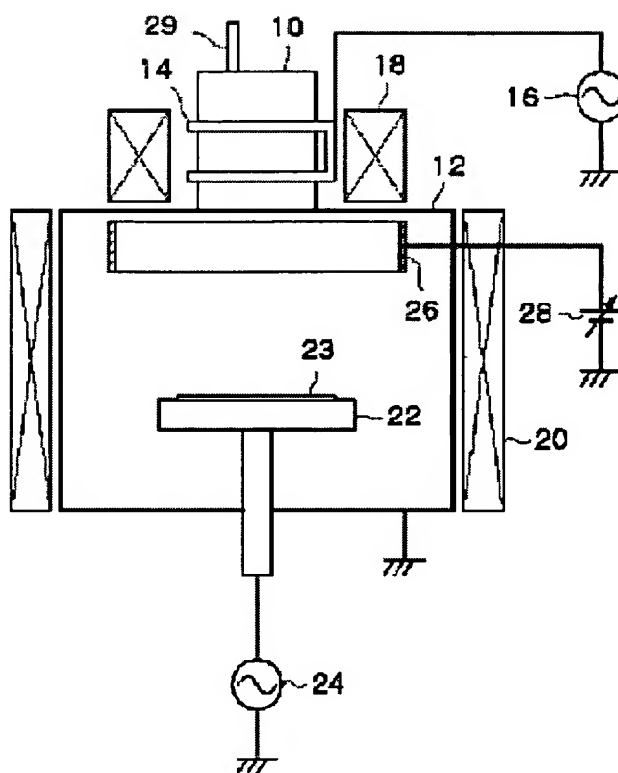


Patent number: JP6033270
Publication date: 1994-02-08
Inventor: TSUKADA TSUTOMU; NOGAMI YUTAKA
Applicant: ANELVA CORP
Classification:
- **international:** C23F4/00; C23C16/50; H01L21/302
- **europaen:**
Application number: JP19920214691 19920721
Priority number(s): JP19920214691 19920721

Abstract of JP6033270

PURPOSE:To enable the control of a substrate incident ion energy with good reproducibility and to enable the independent control of the space potential of plasma without affecting the space potential of the plasma generated by a plasma generating source even if a bias voltage is induced in a substrate mounting base in the vacuum treatment device provided with the plasma generating source independently from the substrate mounting base.

CONSTITUTION:The reactive plasma of gaseous chlorine is generated by a helicon wave ion source 10 and this plasma is diffused into a diffusion chamber 12 to etch the polySi on a wafer 23. The plasma diffused into the diffusion chamber 12 comes into contact with a conductor 26 and, therefore, the space potential of the plasma is determined by the potential of the conductor 26. The potential of the conductor 26 is controlled by a power source 28 for controlling the plasma potential, by which the energy of the incident ions on the wafer 23 is controlled and the etching with excellent controllability is executed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 F 4/00	A	8414-4K		
	D	8414-4K		
C 2 3 C 16/50		7325-4K		
H 0 1 L 21/302	B	8518-4M		

審査請求 未請求 請求項の数8(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-214691

(22) 出願日 平成4年(1992)7月21日

(71) 出願人 000227294

日電アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 塚田 勉

東京都府中市四谷5丁目8番1号 日電ア
ネルバ株式会社内

(72) 発明者 野上 裕

東京都府中市四谷5丁目8番1号 日電ア
ネルバ株式会社内

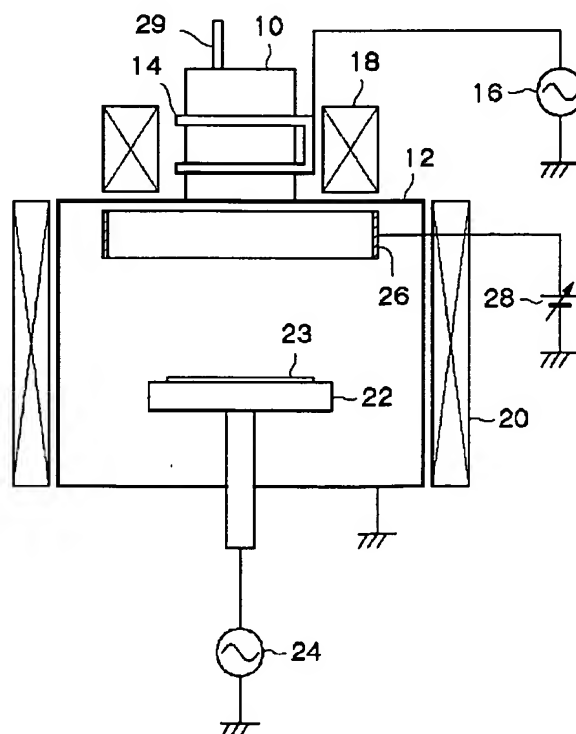
(74) 代理人 弁理士 鈴木 利之

(54) 【発明の名称】 真空処理装置

(57) 【要約】

【目的】 基板載置台とは独立にプラズマ発生源を備えた真空処理装置において、基板載置台にバイアス電圧を誘起しても、プラズマ発生源で生じたプラズマの空間電位に影響を与えずに、再現性良く基板入射イオンエネルギーの制御を可能にすると共に、プラズマの空間電位を独立に制御可能にする。

【構成】 ヘリコン波イオン源10で塩素ガスの反応性プラズマを発生させ、このプラズマを拡散チャンバ12内に拡散してウェーハ23上のポリSiをエッチングする。拡散チャンバ12内に拡散されたプラズマは、導電体26に接触するため、導電体26の電位によりプラズマの空間電位が決定される。プラズマ電位コントロール用電源28により導電体26の電位を制御することにより、ウェーハ23に入射するイオンのエネルギーを制御でき、制御性に優れたエッチングが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空中に排気できる容器内に設置した基板載置台で被処理基板を保持し、基板載置台から離れた位置に設置されたプラズマ発生源で、導入ガスのプラズマを発生させ、このプラズマを用いて基板を処理する真空処理装置において、プラズマ発生源と基板載置台の間に、電位を制御可能な導電体を設けたことを特徴とする真空処理装置。

【請求項2】 前記プラズマ発生源が無電極放電によってプラズマを発生する形式であることを特徴とする請求項1記載の真空処理装置。

【請求項3】 前記プラズマ発生源がECRイオン源であることを特徴とする請求項2記載の真空処理装置。

【請求項4】 前記プラズマ発生源がヘリコン波イオン源であることを特徴とする請求項2記載の真空処理装置。

【請求項5】 前記導電体は両端が開放している中空体の形状をしており、この中空体の内部を通してプラズマが拡散することを特徴とする請求項1記載の真空処理装置。

【請求項6】 前記導電体の少なくともプラズマにさらされる部分の材質が、グラファイト、熱分解カーボン、ガラス状カーボン、導電性炭化珪素、導電化したシリコンからなる群から選ばれたいずれか一つであることを特徴とする請求項1記載の真空処理装置。

【請求項7】 前記導電体が接地されていることを特徴とする請求項1記載の真空処理装置。

【請求項8】 前記導電体が直流電源または高周波電源に接続されていることを特徴とする請求項1記載の真空処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラズマを利用して半導体デバイスのエッチングや成膜を行なう真空処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、プラズマを利用して、半導体デバイス製造のためにエッチングや成膜を行なう工程では、平行平板電極を用いた真空処理装置が一般に用いられていた。しかし、エッチングの微細加工やダメージの少ない真空処理などの要求から、近年、電子サイクロトロン共鳴（ECR）やヘリコン波を利用した真空処理装置が多く用いられるようになってきた。これらの真空処理装置では、被処理基板を載置した基板載置台から離れたプラズマ発生源において、低圧力でも非常に密度の高いプラズマを発生させ、このプラズマを被処理基板近傍に拡散させてプラズマ処理を行なっている。この場合、基板載置台に、プラズマ発生源とは独立した高周波ないしは直流電圧を印加して基板にバイアス電圧を与えることによって、基板に入射するイオンのエネルギーを制御する

ことが可能であるため、ダメージの少ないエッチング等が可能となった。特に超LSIデバイス製造に用いるエッチング装置では、被処理基板表面が絶縁物で被覆されている場合が多いため、イオンのエネルギーの制御には高周波を用いる場合が多かった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、電子サイクロトロン共鳴（ECR）やヘリコン波を利用したプラズマ発生源は、いずれもプラズマにさらされる部分に電極がない、いわゆる無電極放電によりプラズマが生成されるために、プラズマの空間電位が定まらない恐れがあった。このため、基板載置台にバイアス電圧を誘起したときに、プラズマの空間電位がこのバイアス電圧の影響を受けてしまう恐れがあった。その結果、せっかく基板載置台にバイアス電圧を誘起してイオンの入射エネルギーをコントロールしようとしても、うまくコントロールできない場合があると同時に、極めて再現性の悪い結果しか得られなかった。

【0004】本発明は、上記のような従来の問題点を解決するためになされたもので、本発明の目的は、基板載置台とは独立にプラズマ発生源を備えた真空処理装置において、基板載置台にバイアス電圧を誘起しても、プラズマ発生源で生じたプラズマの空間電位に影響を与えずに、再現性良く基板入射イオンエネルギーの制御を可能とするとともに、プラズマの空間電位を独立に制御することが可能な真空処理装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、真空中に排気できる容器内に設置した基板載置台で被処理基板を保持し、基板載置台から離れた位置に設置されたプラズマ発生源で、導入ガスのプラズマを発生させ、このプラズマを用いて基板を処理する真空処理装置において、プラズマ発生源と基板載置台の間に、電位を制御可能な導電体を設けたものである。本発明は、真空容器内でプラズマを用いて基板を処理する装置に適用できるものであり、例えば、プラズマを利用したエッチング装置や、プラズマを利用した成膜装置に適している。

【0006】第2の発明は、第1の発明におけるプラズマ発生源を、無電極放電によってプラズマを発生する形式にしたものである。

【0007】第3の発明は、第2の発明におけるプラズマ発生源をECRイオン源にしたものである。

【0008】第4の発明は、第2の発明におけるプラズマ発生源をヘリコン波イオン源にしたものである。

【0009】第5の発明は、第1の発明における導電体を、両端が開放している中空体の形状にして、この中空体の内部を通してプラズマが拡散するようにしたものである。中空体の形状としては、中空円筒、中空円板、頂部が開口した中空の半球などが考えられる。

【0010】第6の発明は、第1の発明における導電体

の少なくともプラズマにさらされる部分の材質を、グラファイト、熱分解カーボン、ガラス状カーボン、導電性炭化珪素、導電化したシリコンからなる群から選ばれたいずれか一つにしたものである。導電化したシリコンとは、純粋なシリコンに不純物をドーピングして導電性を高めたものである。

【0011】第7の発明は、第1の発明における導電体を接地したものである。

【0012】第8の発明は、第1の発明における導電体を直流電源または高周波電源に接続したものである。

【0013】

【作用】本発明によれば、プラズマ発生源と基板載置台の間に、電位を制御可能な導電体を設けているので、この導電体にプラズマが接することにより、プラズマ発生源で発生したプラズマの空間電位は、この導電体の電位に依存するようになり、導電体の電位に応じたある一定の値に定まる。基板入射イオンエネルギーは、プラズマの電位と基板電位との電位差に依存するので、本発明を用いてプラズマ電位を制御できるようになれば、基板入射イオンエネルギーの制御性及び再現性を高めることができ、高精度の基板処理が可能になる。

【0014】また、プラズマ発生源として、ECRイオン源やヘリコン波イオン源などの、無電極放電でプラズマを発生させる形式を用いると、導電体を利用してプラズマの浮遊電位を制御することが容易になる。

【0015】また、導電体の少なくともプラズマにさらされる部分の材質を、グラファイト、熱分解カーボン、ガラス状カーボン、導電性炭化珪素、導電化されたシリコンのいずれか一つにすると次の利点がある。これらの材質は、エッチング装置などで使用されるハロゲン系ガスのプラズマに対して、プラズマによって当該材質がエッチングされる性質の方が、プラズマによって当該材質上に膜が堆積する性質よりも優位となるので、当該材質で形成した導電体上に膜が堆積することがない。もし、導電体上に膜が堆積してしまうと、その膜は一般に導電性とは限らないので、プラズマの電位を制御することができなくなる恐れがある。一般に、金属製の導電体を用いると、その上への膜の堆積の方が優位になるので、この観点からは、金属製の導電体を用いるのは好ましくない。金属製の導電体上に膜が堆積しない場合でも、金属がスパッタされ、基板に取り込まれて、膜のタメージの原因となる。さらに、グラファイト、熱分解カーボン、ガラス状カーボンなどの炭素系材料を導電体として用いると、これらがエッチングされても、CO₂やCH₄などの形で排気できる可能性がある。また、導電化したシリコンを導電体として用いると、基板としてSiウェーハを使う場合は、導電体がエッチングされても基板に対する不純物とならない利点もある。

【0016】

【実施例】図1は本発明の一実施例の正面断面図であ

る。この真空処理装置は、ヘリコン波イオン源をプラズマ発生源として用いたドライエッチング装置である。円筒状で石英製のヘリコン波イオン源10が拡散チャンバ12の上方に取り付けられている。ヘリコン波イオン源10の周囲にはアンテナ14が設置されており、ソースプラズマ用高周波電源16から高周波が印加される。さらに、ヘリコン波イオン源10の周囲には磁場発生用の励磁コイル18が設置されており、ヘリコン波イオン源10の軸方向に磁界を発生する。拡散チャンバ12はアルミニウム製であり、拡散チャンバ12の大気側外周部には永久磁石装置20を配置してある。拡散チャンバ12の内部には基板載置台22が設置されており、バイアス用高周波電源24に接続されている。基板載置台22上にはウェーハ23が載置されている。さらに、基板載置台22の上方のヘリコン波イオン源10に近い部分には、ガラス状カーボンで作られた、中空円筒状の導電体26が設置されている。この導電体26には、プラズマ電位コントロール用電源28が接続されている。

【0017】図2は永久磁石装置20の配置図であり、(A)は平面図、(B)は(A)のB-B線矢示図である。この永久磁石装置20は、その平面図で見ると、円周状等配に24本の永久磁石ユニット21が、相隣り合う磁極が互いに逆極性になるように並べてある。また、各永久磁石ユニット21は、(B)に示すように、複数の永久磁石片25を垂直方向に重ねてある。この永久磁石装置20によって拡散チャンバ12内にカusp磁界を形成している。

【0018】次に、図1のエッチング装置の動作を説明する。まず拡散チャンバ12を真空中に排気し、ロードロック室(図示せず)を経由して、被エッチング基板であるウェーハ23を基板載置台22に搬送する。ウェーハ23の表面には、あらかじめポリSiの膜が成膜されており、さらに、フォトリソでパターニングされている。次に、ロードロック室と拡散チャンバ12との間にあるゲートバルブ(図示せず)を閉じて、反応性ガスである塩素ガスをガス導入管29から導入し、拡散チャンバ12に接続されたプロセスガス排気ポンプ(図示せず)で排気する。拡散チャンバ12とプロセスガス排気ポンプの間にはコンダクタンスを制御するためのスロットルバルブ(図示せず)が接続されており、この開度を制御することにより、拡散チャンバ12内の圧力を一定に保つ。本実施例では圧力を2mTorrに設定した。

【0019】次に、バイアス用高周波電源24をオンにし、同時に、ソースプラズマ用高周波電源16とプラズマ電位コントロール用電源28もオンにし、塩素ガスの反応性プラズマを発生させる。プラズマは、ヘリコン波イオン源10の周囲に巻かれたアンテナ14に誘起された高周波電界によりヘリコンモードで発生する。このプラズマは、拡散チャンバ12内に拡散してウェーハ23

5

の表面に到達する。プラズマが拡散する途中において、拡散チャンバ12の内壁に電子が衝突して電子が消失する事態を防ぐため、拡散チャンバ12の外周部に配置した永久磁石装置20によってカスプ磁界を発生させている。このカスプ磁界により、電子は拡散チャンバ12の内部に戻され、その結果、プラズマの消失が少ない状態でプラズマがウェーハ23に輸送される。ウェーハ23にはバイアス用高周波電源24によってセルフバイアス電圧が誘起されているため、プラズマ中のイオンはウェーハ23に向かって加速され、ウェーハ23の表面のポリSiを異方性度を高めてエッチングすることが可能である。

【0020】イオンの基板入射エネルギーは、(1)異方性度と、(2)基板に与えるダメージの程度と、(3)基板とフォトリソとの間ないしは基板と下地との間でのエッチング速度の比(選択比)、をコントロールする重要な因子であり、この基板入射エネルギーをコントロールすることが微細エッチングプロセスでは重要である。そして、イオンの基板入射エネルギーは、プラズマの空間電位とウェーハ23の表面に誘起されたセルフバイアス電圧との差によって決まる。本実施例では、拡散チャンバ12内に拡散されたプラズマは導電体26に接触するため、導電体26の電位によりプラズマの空間電位が決定される。したがって、プラズマ電位コントロール用電源28により導電体26の電位をコントロールすることで、ウェーハ23に入射するイオンのエネルギーを制御でき、制御性に優れたエッチングが可能となる。

【0021】プラズマの空間電位とウェーハ23の表面に誘起されたセルフバイアス電圧との差をどれぐらいの値に設定するかは、プロセス条件によって異なる。例えば、ポリシリコンを塩素ガスのプラズマでエッチングする場合には、ウェーハ23の電位よりもプラズマの電位を50~100Vだけ高くする。

【0022】導電体26の全部またはプラズマに接する内面部分は、導電性材料であるガラス状カーボンで作られているため、プラズマの電位は、導電体26の電位によって定まるある値となる。プラズマの電位は、通常、導電体26の電位より10~30Vだけ高い値となり、ウェーハ23に誘起されるバイアス電圧の影響をほとんど受けない。このため、ウェーハ23に入射するイオンのエネルギーを極めて正確にコントロールしながら、ほとんどダメージが生じないエッチングが可能である。さらには、導電体26の材料であるガラス状カーボンの上にはプラズマによって堆積物が形成されることがないので、その導電性は常に保たれる。また、ガラス状カーボンは、ほとんど金属不純物を含まない材質であるため、その表面がプラズマでエッチングされても、ウェーハ23を汚染することもない。

【0023】プラズマ電位はプラズマ電位コントロール

6

用電源28を用いてコントロールすることが可能であるが、この電源28を用いずに、単に導電体26を接地しておくだけでもよい。このようにしても、プラズマの空間電位は、ウェーハ23に生じるセルフバイアス電圧の影響を受けることがなく、極めて再現性の良いエッチングが可能となる。導電体26を接地するとプラズマ電位は10~30Vになるので、基板入射イオンのエネルギーを所望の値にするには、ウェーハ23のバイアス電圧を制御する。例えば、プラズマ電位よりもウェーハ23のバイアス電圧を50~100Vだけマイナス側にする。その結果、ウェーハ23のバイアス電圧は接地電位よりも数十Vだけマイナス側になる。もし、ウェーハ23のバイアス電圧を接地電位付近にしたいときには、やはり、プラズマ電位コントロール用電源28を必要とすることになる。

【0024】図3は導電体26の形状の各種の例を示した斜視図である。(A)は中空円筒であり、図1の実施例で使用したものである。(B)は中空円板であり、(C)は頂部が開いた中空半球である。いずれの導電体においても中空の内部をプラズマが通過することになる。

【0025】図4は本発明の別の実施例の正面断面図である。この装置は、電子サイクロトロン共鳴(ECR)イオン源30をプラズマ発生源として用いたドライエッチング装置である。ECRイオン源30が拡散チャンバ12の上方に取り付けられている点と、導電体26がポリSi製であって接地されている点とが、図1の実施例と大きく異なり、その他の点は図1の実施例とほぼ同じである。図1の装置と同等の部分には同じ符号を付けてある。

【0026】図4の装置の動作を説明する。まず、ECRイオン源30の周囲に巻かれた励磁コイル32を励磁して、ECRイオン源30の内部の下方にECR共鳴に必要な磁場(この場合には875 Gauss)を発生させる。次に、マグネトロン34により2.45GHzのマイクロ波を発生させ、これを導波管36を通してECRイオン源30に供給する。このとき、ECR共鳴条件の満たされた領域を中心に濃いプラズマが発生する。ECRイオン源30の内壁は、重金属がスパッタリングされてウェーハ23に付着するのを防ぐために、その全面を石英ガラス38で覆っている。このため、プラズマの空間電位は非常に不安定になり易いが、本実施例のように、導電体26を拡散チャンバ12内に設置してあることにより、プラズマの空間電位を、接地電位より10数Vだけ高い値に安定に維持することが可能であった。その結果、シリコン酸化膜に対して60以上の選択比を得ながら、異方性度の高いポリSiのエッチングが、極めて再現性良く行なうことができた。

【0027】上述の二つの実施例では、イオン源としてヘリコン波イオン源とECRイオン源とを用いたが、他

7

のイオン源を用いてもよい。また、導電体の形状は、図3に示す形状以外のものでもよい。導電体の材質は、導電性物質であって、かつ、重金属汚染が少ない物質であればよく、例えば、グラファイトであっても、熱分解カーボンであっても、炭化珪素であってもよい。また、導電体の取付位置は、拡散チャンバ内、あるいはイオン源内の、プラズマにさらされている位置であればどこでもよい。また、導電体に印加する電圧は高周波であってもよく、その周波数は、任意に選択することが可能である。

【0028】上述の二つの実施例はエッチング装置に関するものであるが、アモルファスシリコンやシリコン窒化膜の成膜等に用いるプラズマCVD装置にも本発明を応用できる。

【0029】

【発明の効果】本発明では、プラズマ発生源と基板載置台の間に、電位を制御可能な導電体を設けることによって、プラズマの空間電位を安定させることができる。これによって、基板入射イオンエネルギーを再現性良くコントロールすることが可能となる。本発明をエッチング

8

装置に適用すれば、高異方性と高選択比とを満足する条件で、極めて再現性良く基板をエッチングすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の正面断面図である。

【図2】(A)は永久磁石装置の平面図、(B)は(A)のB-B線矢示図である。

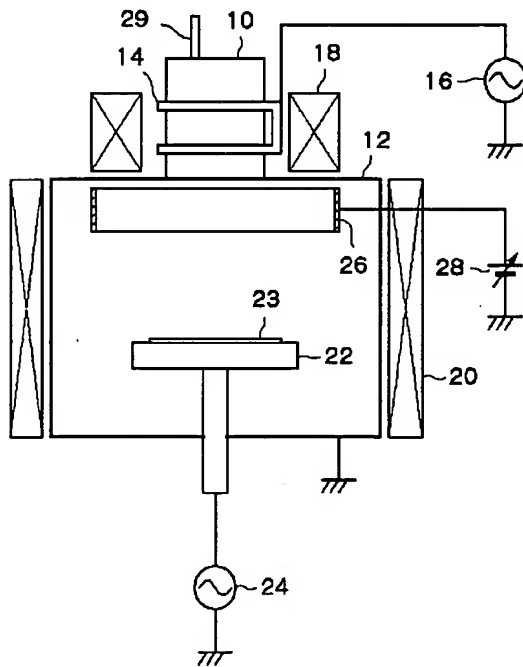
【図3】導電体の各種の形状を示す斜視図である。

【図4】本発明の別の実施例の正面断面図である。

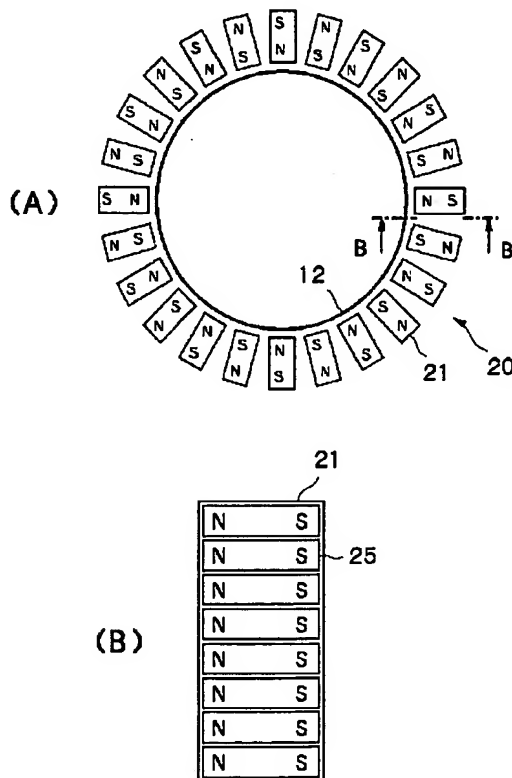
【符号の説明】

- 10…ヘリコン波イオン源
- 12…拡散チャンバ
- 22…基板載置台
- 23…ウェーハ
- 24…バイアス用高周波電源
- 26…導電体
- 28…プラズマ電位コントロール用電源
- 30…ECRイオン源

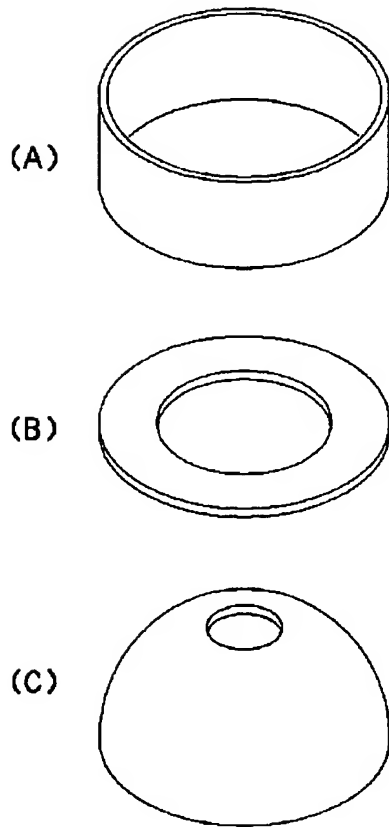
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

